

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)[First Hit](#)

Generate Collection

L9: Entry 9 of 14

File: JPAB

Aug 2, 2002

PUB-NO: JP02002217676A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002217676 A

TITLE: PIEZOELECTRIC FILTER

JP 2002-217676

PUBN-DATE: August 2, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SHIBATA, AKIHIKO

TAKEUCHI, MASAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MURATA MFG CO LTD

APPL-NO: JP2001008515

APPL-DATE: January 17, 2001

INT-CL (IPC): H03H 9/54; H03H 9/17; H03H 9/205

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a piezoelectric filter which can be miniaturized even when the step number of its ladder circuit is increased.

SOLUTION: The piezoelectric filter 10 includes a substrate 30 having holes 34, 36. On a dielectric layer 38 formed on the substrate 30, electrodes 40, 42 and a first piezoelectric-substance layer 44 are formed. An electrode 46 is so formed on the first piezoelectric-substance layer 44 as to oppose it to the electrodes 40, 42. On the first piezoelectric-substance layer 44 and the electrode 46, dielectric layers 48, 50 are formed. In the positions opposed to the hole 34, an electrode 52, a second piezoelectric-substance layer 54, an electrode 56, and a dielectric layer 58 are formed successively on the dielectric layer 48. Above the hole 34, the piezoelectric resonators including the stacked first and second piezoelectric-substance layers 44, 54 so form the series-connection side of a T-type ladder circuit, and the piezoelectric resonator including the first piezoelectric-substance layer 44 which is formed above the hole 36 so forms the parallel-connection side of the T-type ladder circuit as to configure the piezoelectric filter including the T-type ladder circuit.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217676

(P2002-217676A)

(43) 公開日 平成14年8月2日(2002.8.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード*(参考)
H 0 3 H 9/54		H 0 3 H 9/54	A 5 J 1 0 8
9/17		9/17	F
9/205		9/205	

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-8515(P2001-8515)

(22) 出願日 平成13年1月17日(2001.1.17)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 柴田 明彦

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 竹内 雅樹

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100079577

弁理士 岡田 全啓

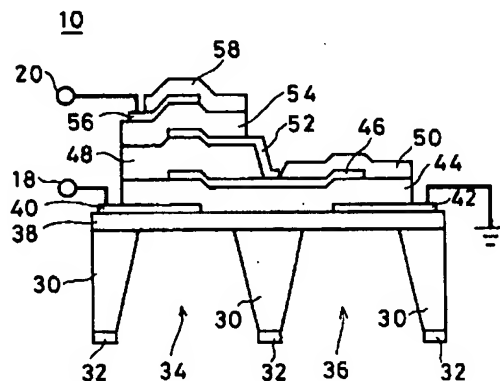
Fターム(参考) 5J108 AA07 BB04 BB07 CC01 DD01
DD02 DD06 DD07 DD08 FF02
FF04 JJ01

(54) 【発明の名称】 圧電フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 ラダー回路の段数が増えても小型とすることができる圧電フィルタを得る。

【解決手段】 圧電フィルタ10は、孔34、36を有する基板30を含む。基板30上に形成された誘電体層38上に、電極40、42および第1の圧電体層44を形成する。第1の圧電体層44上に電極46を形成し、電極40、42に対向させる。第1の圧電体層44および電極46上に誘電体層48、50を形成する。孔34に対応する位置において、誘電体層48上に、電極52、第2の圧電体層54、電極56、誘電体層58を順次形成する。孔34上において積み重ねられた第1の圧電体層44と第2の圧電体層54を含む圧電共振子が直列接続され、孔36上に形成された第1の圧電体層44を含む圧電共振子が並列接続されて、T型ラダー回路を有する圧電フィルタが形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 厚み縦振動または厚みすべり振動を利用した複数の圧電共振子をラダー型に接続した圧電フィルタであって、

それぞれの前記圧電共振子は圧電体の両面に電極が形成された構造を有し、複数の前記圧電共振子の一部が、厚み方向に少なくとも2組以上積み重ねられた構造を有する、圧電フィルタ。

【請求項2】 前記圧電共振子のラダー回路を縦続接続して形成される圧電フィルタであって、前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、直列側の前記圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造を有する、請求項1に記載の圧電フィルタ。

【請求項3】 前記圧電共振子のラダー回路を縦続接続して形成される圧電フィルタであって、前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、並列側の前記圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造を有する、請求項1に記載の圧電フィルタ。

【請求項4】 前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、直列側の前記圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項5】 前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、並列側の前記圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項6】 前記圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動の高次モードを使用した圧電共振子であり、前記圧電体が振動の節の位置を含むように配置された、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項7】 前記圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動の n 次モード(n は自然数)を利用した圧電共振子であり、前記圧電体を介して対向する前記電極の平面形状が円形または円形を内包する任意の形状であって、前記円形の半径を r 、前記電極の対向部における前記圧電体の厚みを t としたとき、前記半径 r が、 $r \geq 20t/n$ の範囲にあることを特徴とする、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項8】 それぞれの前記圧電共振子を構成する複数の共振子の少なくとも2つ以上の共振周波数がわずかに異なっていることを特徴とする、請求項4または請求項5に記載の圧電フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、圧電フィルタに関し、特に、たとえば複数の圧電共振子をラダー型に接続した圧電フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】圧電共振子を用いて圧電フィルタ1を形成する場合、図10に示すように、複数の圧電共振子2が直列および並列にラダー型に接続される。この場合、複数の圧電共振子2は、図11に示すように、1つの基板3上に個別に形成されている。つまり、基板3上に誘電体層4が形成され、誘電体層4上に複数の電極5が形成される。そして、これらの電極5上に圧電体層6が形成され、さらに圧電体層6上に別の電極7が形成される。そして、電極7上に誘電体層8が形成され、基板2上に複数の圧電共振子2が形成される。これらの圧電共振子2が、図10に示すようにラダー型に接続され、圧電フィルタ1が構成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような圧電共振子を用いて圧電フィルタを形成した場合、圧電フィルタを構成する数の圧電共振子を基板上に形成する必要がある。そのため、ラダー回路の段数が増加するほど、素子が大型化するという問題があった。

【0004】それゆえに、この発明の主たる目的は、ラダー回路の段数が多くなっても小型とすることができる圧電フィルタを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、厚み縦振動または厚みすべり振動を利用した複数の圧電共振子をラダー型に接続した圧電フィルタであって、それぞれの圧電共振子は圧電体の両面に電極が形成された構造を有し、複数の圧電共振子の一部が、厚み方向に少なくとも2組以上積み重ねられた構造を有する、圧電フィルタである。このような圧電フィルタにおいて、圧電共振子のラダー回路を縦続接続して形成される圧電フィルタであって、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、直列側の圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造とすることができる。また、圧電共振子のラダー回路を縦続接続して形成される圧電フィルタであって、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、並列側の圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造としてもよい。さらに、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、直列側の圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造としてもよい。また、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、並列側の圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造としてもよい。さらに、このような圧電フィルタにおいて、圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動の高次モードを使用した圧電共振子であり、圧電体が振動の節の位置を含むように配置されることが好ましい。また、このような圧電フィルタにおいて、圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動の n 次モード(n

は自然数)を利用した圧電共振子であり、圧電体を介して対向する電極の平面形状が円形または円形を内包する任意の形状であって、円形の半径を r 、電極の対向部における圧電体の厚みを t としたとき、半径 r が、 $r \geq 20t/n$ の範囲にあることが好ましい。さらに、複数の共振子で直列側の圧電共振子や並列側の圧電共振子を構成した圧電フィルタにおいて、それぞれの圧電共振子を構成する複数の共振子の少なくとも2つ以上の共振周波数がわずかに異なるようにしてもよい。

【0006】2組以上の圧電共振子を厚み方向に積み重ねることにより、全ての圧電共振子を平面上に個別に配置する場合に比べて、基板の平面的な大きさを小さくすることができる。たとえば、T型ラダー回路を縦続接続した圧電フィルタでは、T型ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、直列側の圧電共振子が積み重ねられる。また、 π 型ラダー回路を縦続接続した圧電フィルタでは、 π 型ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、並列側の圧電共振子が積み重ねられる。さらに、T型ラダー回路や π 型ラダー回路において、直列側の圧電共振子や並列側の圧電共振子の少なくとも1つ以上を複数の共振子で構成することができ、その場合、その共振子の少なくとも2つ以上を積み重ねて形成することができる。圧電共振子として、厚み縦振動または厚みすべり振動の高次モードを使用したものを用い、圧電体を振動の節の位置を含むように配置することにより、共振により生じる振動の影響を小さくすることができ、良好な特性を有する圧電フィルタを得ることができる。圧電体の両面に対向電極を形成した圧電共振子では、インピーダンスの周波数特性において、円形の電極の半径を r 、電極対向部の圧電体の厚みを t としたとき、 r/t が小さくなるほど主振動とスプリアス振動とが離れていき、 r/t が大きくなるほどスプリアス振動が主振動に接近することがわかっていく。そこで、電極径を十分に大きくすることにより、主振動の近傍にスプリアス振動を集中させることにより、主振動の周波数において確実に共振させようとするものである。このとき、 n 次モードの振動を用いる場合、 $r \geq 20t/n$ の範囲とすることにより、主振動の周波数において確実に共振させることができる。なお、直列側の圧電共振子や並列側の圧電共振子のそれぞれを複数の共振子で構成した場合、それらの共振子の共振周波数がわずかに異なるようにしてもよい。

【0007】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0008】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の圧電フィルタの一例を示す回路図である。圧電フィルタ10は、直列接続された2つの圧電共振子12、14を含む。これらの圧電共振子12、14の接続部は、別の圧電共振子16を介して接地される。そして、圧電共振子12が入力

端18に接続され、圧電共振子16が出力端20に接続されて、T型の圧電フィルタ10が構成される。

【0009】このような圧電フィルタ10は、図2に示すように、たとえば{100}Si基板30を含む。基板30の一方面には誘電体層32が形成され、誘電体層32および基板30に孔34、36が形成される。さらに、基板30の他方面の全面には、孔34、36を覆うようにして誘電体層38が形成される。

【0010】誘電体層38上には、2つの電極40、42が形成される。一方の電極40は、基板30の一端側から孔34上に延びるように形成される。また、他方の電極42は、基板30の他端側から孔36上に延びるように形成される。これらの電極40、42および誘電体層38の上には、第1の圧電体層44が形成される。第1の圧電体層44は、孔34、36上を覆うように形成される。

【0011】第1の圧電体層44上には、電極46が形成される。電極46は、孔34、36の中央部に対応する位置を結ぶように形成される。したがって、孔34の中央部に対応する位置において、第1の圧電体層44を挟んで電極40、46が対向するように形成される。また、孔36の中央部に対応する位置において、第1の圧電体層44を挟んで電極42、46が対向するように形成される。

【0012】さらに、孔34上において、第1の圧電体層44および電極46の上に誘電体層48が形成される。また、孔36上において、第1の圧電体層44および電極46の上に誘電体層50が形成される。誘電体層48上には、電極52が形成され、この電極52が誘電体層48、50の間において電極46に接続される。

【0013】電極52上には、第2の圧電体層54が形成される。さらに、第2の圧電体層54上には、電極56が形成される。そして、孔34の中央部に対応する位置において、第2の圧電体層54を挟んで電極52、56が対向するように形成される。また、電極56上には、誘電体層58が形成される。

【0014】誘電体層32、38、48、50、58の材料としては、たとえば SiO_2 、 SiN 、パイレックス(登録商標)、アルミナなどが用いられる。また、圧電体層44、54の材料としては、たとえば ZnO 、 AlN 、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛などが用いられる。また、電極40、42、46、52、56の材料としては、たとえば Al 、 Au 、 Ag 、 Cu などが用いられる。孔34、36は、たとえば基板30の一部を異方性エッチングやRIEなどの方法で除去することにより形成される。このようにして、孔34、36上には、ダイアフラム構造の圧電共振子が形成され、電極対向部が振動部となって、振動部の厚みに対応した共振周波数で振動する。

【0015】この圧電フィルタ10では、電極40が入

力端18として用いられ、電極56が出力端20として用いられ、電極42が接地用として用いられる。このような構造とすることにより、図1に示すようなT型の圧電フィルタ10が形成される。図2に示す構造の圧電フィルタ10では、T型回路の直列接続された圧電共振子12、14が、孔34上に積み重ねられるように形成される。

【0016】従来のダイアフラム型の圧電共振子を用いて図1に示すような圧電フィルタを形成する場合、基板に3つの孔を形成し、それぞれの孔の上に圧電共振子が形成されてラダー型に接続されていた。それに対して、この圧電フィルタ10では、直列接続された圧電共振子12、14が積み重ねられるように形成されているため、2つの孔34、36の上に3つの圧電共振子12、14、16を形成することができる。そのため、従来の圧電フィルタに比べて、2/3のチップサイズとすることができる。

【0017】このような構造の圧電フィルタ10の場合、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動が使用され、第1の圧電体層44および第2の圧電体層54の電極対向部分にエネルギー閉じ込め型の共振子が形成される。特に、図2に示すような構造の圧電フィルタ10の場合、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動の2倍波を用い、共振で生じる振動の節の位置に圧電体層44、54を配置することで、共振で生じる振動による影響が少なくなり、良好な特性を有する圧電フィルタとすることができる。

【0018】なお、図1および図2に示される圧電フィルタ10は、1段のラダーフィルタであるが、このような回路を複数個縦続接続したラダーフィルタとしてもよい。この場合、直列接続される圧電共振子が2個以上積み重ねられ、また、並列接続される圧電共振子も2個以上積み重ねることができ、全ての圧電共振子を個別に形成した場合に比べて、素子の小型化を図ることができる。この場合、 n 次($n=1, 2, \dots$ 整数)の厚み縦振動もしくは厚みすべり振動を用い、共振により生じる振動の節の位置に圧電体層を配置することにより、良好な特性を有する圧電フィルタ10を得ることができる。

【0019】また、図3に示すように、 π 型の圧電フィルタ10を形成することもできる。この圧電フィルタ10では、入力端18と出力端20との間に、直列の圧電共振子60が接続される。また、入力端18が圧電共振子62を介して接地され、出力端20が圧電共振子64を介して接地される。

【0020】このような圧電フィルタ10の構造として、図4に示すように、基板30上に形成された誘電体層38上に、電極70が形成される。電極70は、孔34側の端部から孔36の中央部に対応する位置まで延びるように形成される。電極70および誘電体層38上に

は、第1の圧電体層72が形成される。第1の圧電体層72上には、2つの電極74、76が形成される。一方の電極74は、孔34の中央部に対応する位置に形成される。また、他方の電極76は、孔36の中央部に対応する位置から第1の圧電体層72の端部に引き出されるように形成される。したがって、孔34の中央部に対応する位置では、第1の圧電体層72を挟んで電極70、74が対向するように形成される。また、孔36の中央部に対応する位置では、第1の圧電体層72を挟んで電極70、76が対向するように形成される。

【0021】さらに、電極74、76および第1の圧電体層72の上には、誘電体層78が形成される。この誘電体層78上には、孔36の中央部に対応する位置に電極80が形成される。この電極80は、誘電体層78の端部を通して電極76に接続される。そして、孔36の中央部に対応する位置において、電極80および誘電体層78の上には、第2の圧電体層82が形成される。さらに、孔36の中央部に対応する位置において、第2の圧電体層82上に電極84が形成される。したがって、第2の圧電体層82を挟んで、電極80、84が対向するように形成される。そして、第2の圧電体層82および電極84上に、誘電体層86が形成される。

【0022】このような構造の圧電フィルタ10では、電極70が入力端18として用いられ、電極74、84が出力端20として用いられる。また、電極76、80が、接地用として用いられる。このような圧電フィルタ10においても、並列に接続される圧電共振子62、64が積み重ねられた構造となっているため、小型の素子とすることができる。

【0023】このような圧電フィルタ10においても、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動の2倍波を用い、圧電体層72、82を共振で生じる振動の節の位置に配置することにより、良好な特性の圧電フィルタを得ることができる。また、 π 型ラダー回路を複数個縦続接続した圧電フィルタとしてもよい。この場合も、前述同様、直列接続あるいは並列接続された共振子を2個以上積み重ねることができ、個別に形成するよりも小型化を図ることができる。また、この場合、 n 次モードの厚み縦振動もしくは厚みすべり振動を用い、各圧電体層を共振で生じる振動の節の位置に配置することが好ましい。以上、T型、 π 型ラダーフィルタの例を示したが、 n 段($n=1, 2, \dots$ 整数)のL型ラダーフィルタにおいても、直列接続あるいは並列接続された圧電共振子を積み重ねてもよい。

【0024】また、図5に示すように、T型の圧電フィルタ10において、直列側の圧電共振子12、14および並列側の圧電共振子16のそれぞれが、複数の共振子の直列回路で構成されてもよい。もちろん、複数の共振子による直列回路になっていない圧電共振子も混在してもよい。また、複数の共振子の直列回路だけでなく、並列

回路も混在してかまわない。この圧電フィルタ10では、圧電共振子12が2つの共振子12a、12bで構成され、圧電共振子14が2つの共振子14a、14bで構成され、圧電共振子16が2つの共振子16a、16bで構成されている。

【0025】このような圧電フィルタ10の構造として、図6に示すように、基板30に3つの孔90、92、94が形成される。これらの孔90、92、94を覆うようにして、基板30上に誘電体層38が形成される。孔90、92、94に対応する位置において、誘電体層38上には、電極96、98、100が形成される。これらの電極96、98、100上および誘電体層38の上には、第1の圧電体層102、第2の圧電体層104および第3の圧電体層106が形成される。

【0026】第1の圧電体層102、第2の圧電体層104、第3の圧電体層106上には、それぞれ電極108、110、112が形成される。これらの電極108、110、112と電極96、98、100とは、それぞれ孔90、92、94の中央部に対応する位置において、圧電体層102、104、106を介して対向するように形成される。

【0027】さらに、電極108、110、112および圧電体層102、104、106の上には、誘電体層114、116、118が形成される。これらの誘電体層114、116、118上には、それぞれ電極120、122、124が形成される。これらの電極120、122、124のそれぞれは、誘電体層114、116、118の側面を通して、電極108、110、112に接続される。

【0028】また、電極120、122、124および誘電体層114、116、118の上には、第4の圧電体層126、第5の圧電体層128および第6の圧電体層130が形成される。さらに、これらの圧電体層126、128、130上には、電極132、134、136が形成される。これらの電極132、134、136と電極120、122、124とは、それぞれ孔90、92、94の中央部に対応する位置において、圧電体層126、128、130を介して対向するように形成される。そして、3つの電極132、134、136が、互いに接続される。

【0029】このような圧電フィルタ10では、電極96が入力端18として用いられ、電極100が出力端と20として用いられる。また、電極98が、接地用として用いられる。このような圧電フィルタ10においては、直列側の圧電共振子12を構成する2つの共振子12a、12bが孔90上に形成され、圧電共振子14を構成する2つの共振子14a、14bが孔94上に形成される。また、並列側の圧電共振子16を構成する圧電共振子16a、16bが孔92上に形成される。

【0030】このような圧電フィルタ10では、各共振

子12a、12b、14a、14b、16a、16bを個別の孔の上に形成した場合に比べて、共振子形成部のスペースを1/2にすることができる。このように、複数の共振子でラダー回路の直列側および並列側の圧電共振子を構成する場合においても、複数の共振子を積み重ねることによって、小型の素子とすることができる。

【0031】なお、T型のラダー回路の直列側および並列側の圧電共振子を複数の共振子で構成する場合、図7に示すように、複数の共振子を並列に接続することにより、各圧電共振子12、14、16を構成してもよい。もちろん、圧電共振子12、14、16のいずれか1つ以上が複数の共振子による並列回路になっていない圧電共振子も混在してよい。また、複数の共振子の並列回路だけでなく、直列回路も混在してよい。さらに、 π 型のラダー回路においても、各圧電共振子60、62、64を複数の共振子60a、60b、62a、62b、64a、64bで構成することができる。この場合、図8に示すように、複数の共振子を直列に接続することによって各圧電共振子60、62、64を構成してもよいし、図9に示すように、複数の共振子を並列に接続することによって各圧電共振子60、62、64を構成してもよい。このような π 型ラダー回路を有する圧電フィルタ10であっても、それぞれの圧電共振子60、62、64を構成する複数の共振子を積み重ねることにより、小型の圧電フィルタとすることができる。このように、複数の共振子で各圧電共振子を形成する場合、それぞれの圧電共振子を構成する複数の共振子の共振周波数をわずかに異なるようにすると、それぞれの共振子のスプリアスの位置（周波数）がわずかにずれるために、これらの共振子を接続すると、見かけ上、圧電共振子のスプリアスを小さくすることができる。

【0032】このような複数の共振子で圧電共振子を構成した圧電フィルタ10においても、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動の2倍波を用い、圧電体層102、104、106、126、128、130を共振で生じる振動の節の位置に配置することにより、良好な特性の圧電フィルタを得ることができる。また、T型ラダー回路または π 型ラダー回路を複数個縦続接続し、複数段の圧電フィルタとしてもよいことは言うまでもない。また、積み重ねられた2個以上の共振子で圧電共振子を構成する場合、 n 次モード（ $n=1, 2, \dots$ 整数）の厚み縦振動もしくは厚みすべり振動を用い、各圧電体層を共振で生じる振動の節の位置に配置することが好ましい。

【0033】これらの厚み縦振動もしくは厚みすべり振動の n 次モードを利用した圧電フィルタ10において、圧電体層を介して対向する電極の平面形状が円形または円形を内包する任意の形状であって、円形の半径を r 、電極の対向部における圧電体の厚みを t としたとき、半径 r が、 $r \geq 2.0 t / n$ の範囲にあることが好ましい。

【0034】圧電体層に對向電極を形成した圧電共振子

では、インピーダンスの周波数特性において、円形の電極の半径を r 、電極対向部の圧電体層の厚みを t としたとき、 r/t が小さくなるほど主振動とスプリアス振動とが離れていき、 r/t が大きくなるほどスプリアス振動が主振動に接近することがわかっている。従来は、電極径を小さくすることにより、主振動からスプリアス振動を離すようにしていたが、この圧電フィルタ10では、電極径を十分に大きくすることにより、主振動の近傍にスプリアス振動を集中させることにより、主振動の周波数において確実に共振させようとするものである。

【0035】このように、電極径を大きくすることにより、インピーダンスを小さくすることができ、しかも、主振動の近傍にスプリアス振動が集中するため、主振動の周波数において確実に共振させることができる。このような効果を得ることができる電極の半径 r は、電極の対向部の圧電体層の厚みを t とし、 n 次モード($n=1, 2, \dots$ 整数)の振動を用いる場合、 $r \geq 20t/n$ の範囲にあれば上述のような効果が得られることが実験的に確かめられた。

【0036】

【発明の効果】この発明によれば、圧電共振子のラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、一部の圧電共振子を積み重ねた構造とすることにより、小型の圧電フィルタとすることができる。このとき、厚み縦振動または厚みすべり振動の n 次モード($n=1, 2, \dots$ 整数)を使用し、圧電共振子の圧電体層を共振によって生じる振動の節の位置に配置することにより、良好な特性を有する圧電フィルタとすることができる。また、電極の半径を r 、電極の対向部の圧電体層の厚みを t とし、 n 次モード($n=1, 2, \dots$ 整数)の振動を用いる場合、 $r \geq 20t/n$ の範囲とすることにより、スプリアス振動の影響の少ない良好な特性を有する圧電フィルタとすることができる。さらに、圧電共振子を複数の共振子で形成し、それぞれの共振子の共振周波数をわずかにずらすことにより、圧電共振子のスプリアスを小さくすることができ、スプリアスの影響の少ない圧電フィルタとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の圧電フィルタの一例を示す回路図である。

【図2】図1に示す圧電フィルタの構造を示す断面図解図である。

【図3】この発明の圧電フィルタの他の例を示す回路図である。

【図4】図3に示す圧電フィルタの構造を示す断面図解

図である。

【図5】T型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの直列共振子で構成した例を示す回路図である。

【図6】図5に示す圧電フィルタの構造を示す断面図解図である。

【図7】T型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの並列共振子で構成した例を示す回路図である。

10 【図8】 π 型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの直列共振子で構成した例を示す回路図である。

【図9】 π 型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの並列共振子で構成した例を示す回路図である。

【図10】この発明の背景となる圧電フィルタの一例を示す回路図である。

【図11】図10に示す圧電フィルタの従来の構造の一例を示す断面図解図である。

20 【符号の説明】

10 圧電フィルタ

12, 14, 16 圧電共振子

30 基板

32, 38, 48, 50, 58 誘電体層

34, 36 孔

40, 42, 46, 52, 56 電極

44 第1の圧電体層

54 第2の圧電体層

60, 62, 64 圧電共振子

30 70, 74, 76, 80, 84 電極

72 第1の圧電体層

78, 86 誘電体層

82 第2の圧電体層

96, 98, 100 電極

102 第1の圧電体層

104 第2の圧電体層

106 第3の圧電体層

108, 110, 112 電極

114, 116, 118 誘電体層

40 120, 122, 124 電極

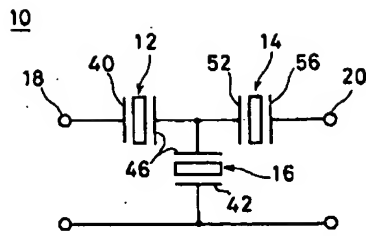
126 第4の圧電体層

128 第5の圧電体層

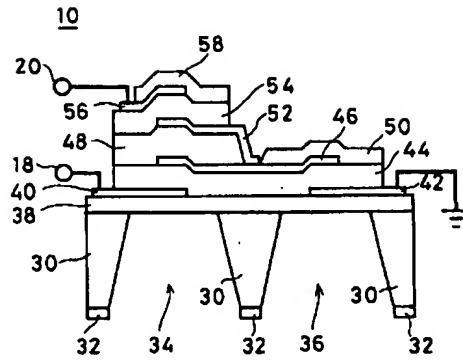
130 第6の圧電体層

132, 134, 136 電極

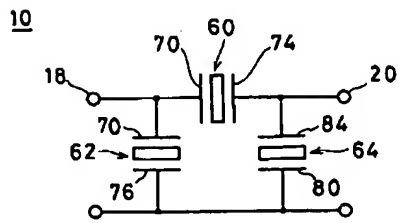
【図1】



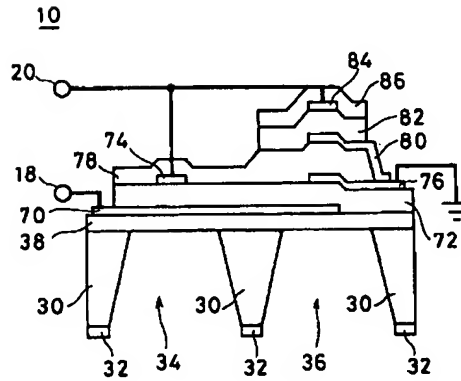
【図2】



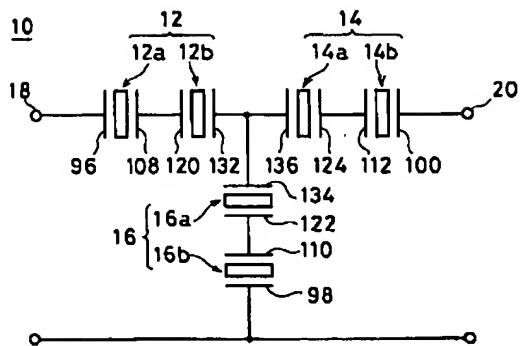
【図3】



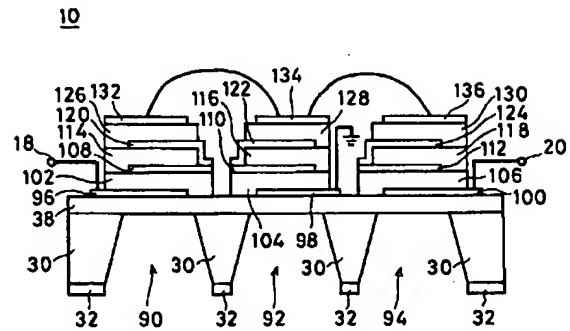
【図4】



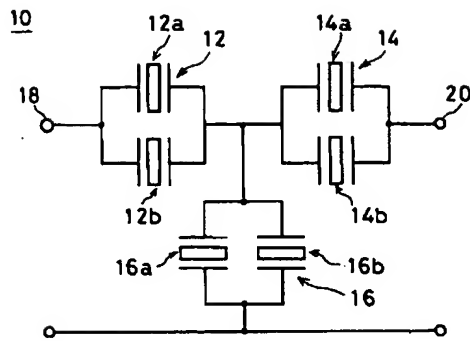
【図5】



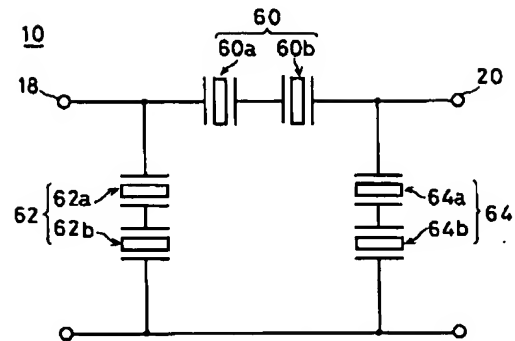
【図6】



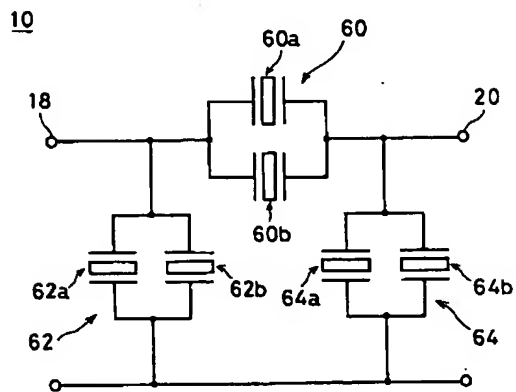
【図7】



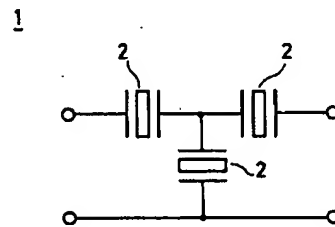
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

